

NWRW Thema 9

1. Inleiding

In 1982 is door het algemeen bestuur van de Stichting Onderzoek en Reiniging Afvalwater (STORA) en de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) de Nationale Werkgroep Riolerings- en Waterkwaliteit (NWRW) ingesteld. De NWRW initieert en coördineert onderzoek op het gebied van vuilemissies van rioolstelsels en de effecten daarvan op oppervlaktewateren. Er zijn 11 onderzoeksthema's opgesteld, die door verschillende onderzoeksinstanties apart of in onderling samenwerkingsverband worden uitgevoerd [1].

aspecten) en wordt begeleid door een door de NWRW ingestelde commissie. De belangrijkste doelstelling van het thema 9-onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de aard, ernst, ruimtelijke verspreiding en duur van effecten van overstortingen en regenwaterlozingen op oppervlaktewater bij de voor Nederland karakteristieke combinaties van stelseltype en ontvangend water. Het onderzoek vindt plaats in de periode 1985-1987. De eerste fase (1985) was een proefjaar en in de tweede fase (1986-1987) vindt vervolgonderzoek plaats.

de vuiluitworp van het rioolstelsel en de aard van het ontvangende oppervlaktewater van belang. In het kader van het NWRW-onderzoek is een kwantitatieve inventarisatie gemaakt van de lozingssituaties [2]. Mede op grond van de resultaten daarvan zijn, ter bepaling van de te onderzoeken karakteristieke situaties, de in Nederland aanwezige rioolstelsels onderscheiden op grond van het toegepaste stelseltype (gescheiden of gemengd, al dan niet verbeterd), de gebruiksfunctie van het rioleringsgebied (stedelijk (woon-)gebied, industriegebied) en de terreinhelling (vlak, geaccidenteerd, steil). De ontvangende oppervlaktewateren zijn onderscheiden op grond van de afmetingen (groot, middelgroot, klein), de (door-)stroming (stagnant, semi-stagnant/doorspoelbaar, stromend) en het type (sloot, vijver, beek, etc.). Vanwege het globale karakter van het onderzoek, de gewenste representativiteit voor de Nederlandse situatie en de overdraagbaarheid van de onderzoeksresultaten, zijn aan de te onderzoeken lozingsituaties twee vrij stringente hoofdvoorwaarden gesteld, namelijk een goed omschreven riolerings situatie en de afwezigheid van andere beïnvloedende lozingen op het oppervlaktewater. In overleg met waterkwaliteitsbeheerders zijn potentiële onderzoekslocaties geselecteerd, die aan de 2 genoemde hoofdvoorwaarden voldoen. Daaruit zijn, na verkenning in het veld en aanvullend overleg met de betreffende rioolbeheerders, voor het proefjaar 12 onderzoekslocaties gekozen, welke in tabel I zijn vermeld. In tabel II zijn de belangrijkste riooltechnische kenmerken van deze locaties genoemd.



IR. G. D. WILLEMSSEN
Vakgroep Waterzuivering,
LU Wageningen



MW. IR. H. F. GAST
Vakgroep Waterzuivering,
LU Wageningen



IR. J. B. M. VAN ACKER
Grontmij NV, De Bilt



IR. R. O. G. FRANKEN
Vakgroep Waterzuivering,
LU Wageningen

Het onderzoeksthema 9 betreft een globaal onderzoek naar de effecten van overstortingen en regenwaterlozingen op de oppervlaktewaterkwaliteit. Het project wordt uitgevoerd door de Grontmij (rioleringsaspecten) en de vakgroep Waterzuivering van de Landbouwniversiteit Wageningen (oppervlaktewaterkwaliteits-

In dit artikel wordt ingegaan op de belangrijkste resultaten van het proefjaar.

2. Onderzoekslocaties

In Nederland komen diverse combinaties voor van typen rioolstelsels waaruit wordt geloosd en typen ontvangend oppervlaktewater. Voor effecten van deze emissies zijn

3. Registratie, signalering en vuiluitworpberekening

Vanwege het incidentele optreden van overstortingen, dienen de onderzoekers bij elke gebeurtenis te worden geïnformeerd. Daartoe is per onderzoekslocatie een 'melder' gezocht; een persoon die door beroep of woonsituatie bij het overstortingsgebeuren betrokken is. De taak van een melder is om telefonisch (via semafoon) door te geven wanneer een overstorting plaatsvindt. Als hulpmiddel dient een regenmeter met instructie omtrent neerslaghoeveelheden die aanleiding tot een overstorting kunnen geven. De melders lezen dagelijks de neerslaghoeveelheid af en noteren deze. Aan de hand van deze registratie wordt ondermeer de droogweeperperiode afgeleid. Naast signalering is een globale schatting van duur en debiet van een overstorting nodig. Hiertoe zijn overstortingsfrequentie en -duur geregistreerd met behulp van speciale tellers [3]. In elke overstortput zijn, afhankelijk van

TABEL I – Karakterisering van de locaties in het proefjaar naar type riolerings- en ontvangend water.

Locatie	Riolerings- type	Theoretische over- stortingsfrequentie	Ontvangend water
Holendrecht	gescheiden stelsel vlak gebied	—	groot stagnant
Bodegraven	gemengd stelsel vlak gebied	7	groot semi-stagnant doorspoelbaar
Loenen	gemengd stelsel geaccidenteerd gebied	9	groot semi-stagnant
Wadenoyen	gemengd stelsel vlak gebied	6	klein stagnant
Appeltern	gemengd stelsel vlak gebied	6	klein stagnant
Winssen	gemengd stelsel vlak gebied	6	klein semi-stagnant
Wijchen	gemengd/gescheiden* vlak gebied	50	zeer groot stagnant
Achterberg	gemengd stelsel geaccidenteerd gebied	4	middelgroot langzaam stromend
De Meern	gemengd stelsel vlak gebied	7	middelgroot semi-stagnant doorspoelbaar
Nieuwer ter Aa	gemengd stelsel vlak gebied	4	groot semi-stagnant doorspoelbaar
Deventer	gemengd stelsel vlak gebied	5	groot stagnant
Hall	gemengd stelsel vlak gebied	5	klein langzaam stromend

* In Wijchen is sprake van een gemengd stelsel (woonwijk Alverna, hooggelegen overlaan) en een gescheiden stelsel (industrieterrein).

de beschikbare ruimte, 2 of 3 tellers
aangebracht. Daarbij registreert teller I
overschrijdingsfrequentie en -duur van de
overlaat, terwijl teller II en eventueel III
aangeven hoe lang tijdens een overstorting
het waterpeil in de overstortput meer dan 5
respectievelijk 10 cm boven drempelniveau
is gekomen.

Voor het bepalen van de vuiluitworp is
gebruik gemaakt van een door Grontmij
ontwikkeld rekenmodel [4]. Daarbij wordt
de vuiluitworp uit een gemengd stelsel
gekwantificeerd in 3 componenten, namelijk
hoeveelheid opgewoeld rioolslib, vuil-
belasting afstromend regenwater en tijdens
de overstorting geloosd afvalwater (dwa).

Naar aanleiding van resultaten van het
STORA 38B-onderzoek in Holendrecht en
Heerhugowaard [5] is, in afwijking van
bovengenoemd model, voor de BZV-waarde
van het afstromend regenwater een waarde
van 5 gram O₂·m⁻³ aangehouden.
De resultaten van de vuiluitworp-
berekeningen van de overstortingen die in
het proefjaar zijn gevolgd, zijn in tabel III
weergegeven.

TABEL II – Kenmerken van de rioolstelsels van de locaties uit het proefjaar.

Locatie	Verhard oppervlak (ha)	Berging (mm)	Pompo- ver- capaciteit (mm/h)	Overstortings- frequentie*
Holendrecht	4,2	–	–	–
Bodegraven	23,4	7,7	0,60	7
Loenen	15,8	5,7	0,88	9
Wadenoyen	2,7	7,2	0,85	6
Appeltern	3,5	8,0	0,70	6
Winssen	11,0	7,1	0,80	6
Wijchen – gemengd stelsel	11,0	7,5	0,80	3
gescheiden stelsel	47,0	–	–	–
Achterberg	3,7	4,6	2,20	4
De Meern	5,1	7,5	0,70	7
Nieuwer ter Aa	2,0	8,0	1,00	4
Deventer	12,0	5,6	0,70	10
Hall	2,5	8,2	0,70	5

* Gemiddelde jaarlijkse overstortingsfrequentie volgens 37-jarige stippengrafiek en met 1 mm berging op straat.

TABEL III – Resultaten van de vuiluitworberekeningen van de gevolgde overstortingen in het proefjaar.

Locatie	Datum overstorting	DWP (dagen)	Overstortvolume		Vuilemissie (kg BZV)	BZV-gehalte (g·m ⁻³)
			(mm)	(m ³)		
Achterberg	12-5	10	10	370	40	110
De Meern	12-5	9	4	204	32	160
Loenen	12-5	10	3	474	53	115
Bodegraven	7-6	16	6	1.404	213*	150
Loenen	13-6	1	7	1.106	36	35
Nieuwer ter Aa	26-6	1	4	80	4	50
Wadenoyen	25-6	0	30	819	66	80
Winssen	15-7	4	1	110	11	100
De Meern	31-7	9	8	408	8	20
Winssen	14-8	3	6	660	28	40
Deventer	15-8	3	2	280	12	50
Appeltern	17-8	1	8	280	9	30
Hall	1-9	8	2	50	9	180
Deventer	4-9	1	25	3.500	105	30
Nieuwer ter Aa**	24-6	2	10	200	7	30
Nieuwer ter Aa**	17-8	2	4	80	5	60

* Op deze locatie is in het kader van thema 10.1 de vuiluitworp ook gemeten door middel van een continue registratie van overstortdebiet en een volumeproportionele bemonstering; de gemeten waarde bedroeg 199 kg BZV.

** De vuiluitworp is berekend van twee overstortingen in Nieuwer ter Aa, die niet volledig zijn gevolgd, maar waar een beperkt programma is uitgevoerd.

4. Oppervlaktewaterkwaliteitsonderzoek

In principe worden per onderzoekslocatie in
geval van 2 verschillende gebeurtenissen de
effecten op de waterkwaliteit bestudeerd en
wordt getracht een zo volledig mogelijke
indruk te verkrijgen van de situatie in een
langere periode tussen 2 overstortingen
(‘achtergrondkwaliteit’). Om inzicht te
krijgen in de aard, ernst, ruimtelijke
verspreiding en duur van de effecten worden
de gevolgen van de lozingen voor enkele
belangrijke toestandsvariabelen op 2 ver-
schillende plaatsen in het water en de
onderwaterbodem in de omgeving van ieder
lozingspunt bestudeerd, namelijk een *A-punt*
(een punt vlakbij de overstort) en een *B-punt*
(een punt op enige afstand van de overstort in
de stroomrichting in hetzelfde ontvangende
water). Daarnaast vindt een vergelijking
plaats met de situatie in een water met
overeenkomende eigenschappen als het
ontvangend water, maar zonder over-
stortingen of regenwaterlozingen (de
zogenaamde referentie, het *C-punt*).

Het onderzoek betreft waarnemingen,
metingen of analyses van zintuiglijke, fysisch-

(bio)chemische, bacteriologische en hydro-
biologische variabelen of componenten.

Op elk van de punten worden de volgende
meet-, bemonsterings- en analyse-
programma’s uitgevoerd:

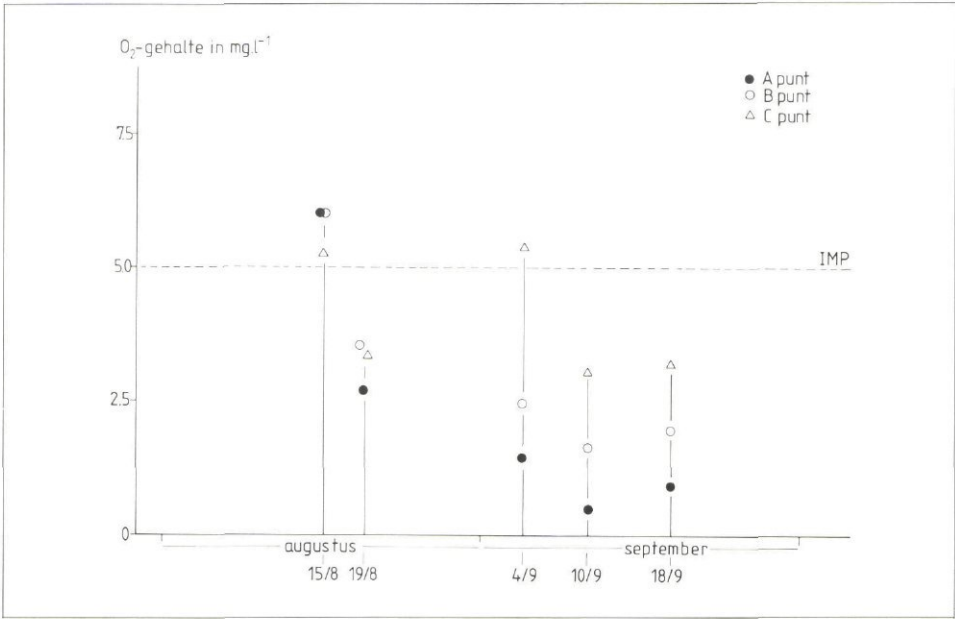
– *K-programma’s* richten zich op registratie
van korte termijn-effecten van overstortingen
c.q. snelle processen (m.n. in de waterfase:
fysisch-chemisch en bacteriologisch).
Het tijdstip van bemonstering is zo kort
mogelijk, maar in ieder geval binnen een dag
na een gebeurtenis.
– *M-programma’s* richten zich op registratie
van middellange termijn-effecten; de mate
van herstel in de waterfase (fysisch-chemisch
en bacteriologisch), sedimentonderzoek en
onderzoek naar levensgemeenschappen van
fytoplankton, microfauna en/of macrofauna.
Het tijdstip is enige dagen tot een week na
een gebeurtenis.

– *L-programma’s* richten zich op registratie
van lange termijn (en gezien de herhalings-
tijd van overstortingen min of meer permanente)
effecten (in zekere zin: achtergrondkwaliteit).
Naast het in beperkte mate uitvoeren van
fysisch-chemisch onderzoek in de water- en
sedimentfase, betreft het hier voornamelijk
onderzoek aan hydrobiologische variabelen
(als genoemd in het M-programma, inclusief
een eenmalige bemonstering van sessiele
diatomeeën en een opname van macrofyten).
Het tijdstip ligt minstens een week na een
gebeurtenis.
Er is steeds gebruik gemaakt van de meest
gangbare bemonsterings-, analyse- en
verwerkingsmethodieken.

5. Effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit

5.1. Zintuiglijke waarneming en beleving

Variabelen als kleur, troebelheid en geur
blijken een goede indruk van een verstoring
te geven. Direct na een overstorting heeft het
water veelal een grijze of zwarte kleur en is
erg troebel, vooral direct nabij de overstort
(A-punt). Tijdens of na een overstorting is op
de meeste A-punten en soms op B-punten
(op enige afstand) een rioollucht waar-
genomen, variërend van stank tot een lichte
rioollucht. Enkele dagen na een overstorting
is op de meeste A-punten de stank wel
afgenomen, maar nog duidelijk waarneem-
baar. Soms blijft de stank gedurende een
langere periode hangen en treedt ook een
rottingsgeur op. In Amsterdam-Holendrecht
(gescheiden stelsel) is op het A- en B-punt
soms een oliegeur waarneembaar.
Bij de meeste overstortingen vindt een
zichtbare uitstoot plaats van grote hoeveel-
heden grof vuil, zoals faecaliën, toiletpapier,
hygiënisch verband, etensresten e.d. en
treedt soms een aanzienlijke schuimvorming
op door waswater. Door de tijdelijke peil-
stijging die een overstorting veelal met zich
meebrengt, blijft veel vuil hangen in de



Afb. 1 - Het verloop van het zuurstofgehalte op de bemonsteringspunten te Deventer (gemengd stelsel, groot stagnerend ontvangend water) tijdens en na de overstortingen op 15-8 en 4-9 (zie tabel III). Tevens is de IMP-basiskwaliteitsnorm aangegeven.

TABEL IV – Totaalgehalten van enkele zware metalen in sediment (bovenste 0 - 2 cm) enkele dagen na een overstorting of een regenwaterlozing op de locaties uit het proefjaar.

Locatie	Punt	Datum	Gegehalten zware metalen (mg · kg ⁻¹ organische stof)				
			Pb	Cd	Zn	Cu	Cr
Loenen	A	16-5	—	—	—	—	—
	B		n.d.	29	560	58	n.d.
	C		n.d.	10	150	90	n.d.
Bodegraven	A	11-6	—	93	2.940	76	164
	B		1.170	127	2.450	215	307
	C		1.390	69	1.190	255	182
Holendrecht	A	27-6	440	15	500	71	13
	B		—	—	—	—	38
	C		310	9	290	70	n.d.
Nieuwer ter Aa	A	27-6	470	17	791	69	160
	B		670	26	790	101	n.d.
	C		500	13	880	153	n.d.
Wadenoyen	A	28-6	750	42	1.940	685	122
	B		1.220	59	1.710	392	200
	C		710	20	1.000	n.d.	281
Winssen	A	18-7	2.500	71	3.190	1.960	94
	B		1.650	42	1.600	1.080	62
	C		1.640	63	2.150	1.448	43
Winssen	A	19-8	560	10	360	216	n.d.
	B		230	11	410	269	27
	C		370	15	740	438	24
De Meern	A	16-5	1.290	47	1.690	607	134
	B		950	38	1.050	290	86
	C		540	43	910	262	68
De Meern	A	5-8	920	—	—	—	—
	B		790	87	2.820	1.086	109
	C		540	69	580	669	29
Deventer	A	19-8	1.320	74	4.680	905	172
	B		1.950	75	3.170	278	102
	C		1.100	29	1.010	n.d.	47
Appeltern	A	21-8	1.060	31	1.610	498	46
	B		590	23	460	143	38
	C		270	16	210	49	26
Hall	A	4-9	n.d.	22	870	199	n.d.
	B		n.d.	39	1.250	199	n.d.
	C		n.d.	8	280	353	n.d.

— : niet bepaald
n.d.: niet detecteerbaar

emerse vegetatie of blijft liggen op de oevers. Een gedeelte van het vuil wordt meegevoerd door de stroom. Stroomafwaarts (traject A-B) is vaak een spoor van vuil zichtbaar. In de regel duurt het lang (maanden) voordat het grof vuil, vooral plastic, papier e.d., niet meer te zien is. Bij regenwaterlozingen en lozingen onder water is veel minder of geen vuil waarneembaar. Uit gesprekken met omwonenden en voorbijgangers blijkt dat de aanwezigheid van een overstort(put) soms als hinderlijk wordt ervaren: klachten over stank, vieze kleur, troebeling en het visuele beeld, zoals beschreven. Soms bestaat, vooral bij mensen met kleine kinderen, een verontrust gevoel in verband met onhygiënische toestanden.

5.2. Fysisch-chemische effecten in de waterfase
Het fysisch-chemisch waterkwaliteitsonderzoek blijkt vaak een goede indruk te geven van de korte- en soms van de middel- en lange termijn-effecten en effecten in de ruimte. Meestal zijn hierbij in het veld gemeten variabelen als zuurstofgehalte en elektrisch geleidingsvermogen van belang.

– Zuurstof –
Op plaatsen met een redelijke zuurstofhuishouding (i.h.a. de niet volledig met kroos bedekte en niet te ondiepe wateren) heeft een overstorting vrijwel altijd op korte termijn een verlaging van het zuurstofgehalte in het ontvangende water tot gevolg, vooral op de A-punten. Vrijwel geen enkele gevolgde overstorting heeft geleid tot totale zuurstofloosheid in de bovenste waterlagen. Op sommige plaatsen is op enige diepte (> 1 m) al gauw sprake van zeer lage gehalten (< 0,5 mg O₂ · l⁻¹). In ongunstige situaties (weinig vernieuwing en productie) kan het zuurstofgehalte gedurende enige weken erg laag blijven. In afb. 1 is hiervan een voorbeeld gegeven.

– Elektrisch geleidingsvermogen –
In de regel daalt het EGV wanneer een ontvangend water wordt belast met overstortwater als gevolg van verdunning met regenwater. De daling is onder meer afhankelijk van de grootte van het ontvangend water in verhouding tot het volume van de overstorting en de mate van (door)stroming van het systeem; in kleinere (semi-)stagnante wateren is de daling het sterkst. In wat diepere grotere ontvangende wateren geeft het EGV bovendien een indruk van de mate van menging van de verschillende lagen en van de oppervlakkige afstroming na een overstorting (EGV-profiel over de diepte).

Variabelen als NH₄⁺-N, BZV en P-totaal nuanceren veelal de in het veld verkregen

indrukken. Variabelen als CZV, droge stof en pH geven daarentegen in eerste instantie minder duidelijk effecten weer, of vertonen geen eenduidige relatie met opgetreden overstortingen. Deze variabelen worden in dit artikel niet verder besproken.

5.3. Fysisch-chemische effecten in het sediment

De globale aanpak van het fysisch-(bio)chemisch sedimentonderzoek levert wisselende (weinig betrouwbare en weinig representatieve) resultaten op. De belangrijkste oorzaak hiervan is het feit dat sediment, zowel kwalitatief als kwantitatief, ruimtelijk onderhevig is aan soms grote variaties, welke tijdens het proefjaar geen onderwerp van studie zijn geweest. In het vervolgonderzoek wordt hieraan meer aandacht besteed.

Desondanks kunnen op basis van het proefjaar enige tendenzen met betrekking tot effecten van overstortingen in het sediment worden onderkend.

Bepaling van de potentiële gasproductie en het sedimentzuurstofverbruik levert vaak duidelijke verschillen op tussen A- en C-punten, welke grotendeels aan het optreden van overstortingen c.q. de afwezigheid hiervan kunnen worden toegeschreven. De gasproductiemeting levert in een aantal gevallen ook duidelijke verschillen tussen de B- en C-punten op, zodat er sprake is van een 'gradiënt' ($A > B > C$: afname gasproductie; afname anaërobie afbraakprocessen). Voor sedimentzuurstofverbruik is een dergelijke tendens in veel mindere mate het geval. De gehalten zware metalen in het sediment (tabel IV) laten op een aantal locaties duidelijk effecten zien van overstortingen.

Op de A-punten en vaak in mindere mate op de B-punten zijn duidelijk verhoogde gehalten zware metalen in de bovenste sedimentlaag aangetroffen, vergeleken met referenties. Dit geldt echter niet voor alle locaties en/of voor alle onderzochte elementen.

Bij vergelijking van de gevonden gehalten zware metalen in sediment met zogenaamde toetsingswaarden uit de Interimwet Bodemsanering [6] (vergelijking op basis van $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ droge stof) blijkt echter dat met name op de A- en in mindere mate op de B-punten voor een of meerdere metalen de B-normen (toetsingswaarden ten behoeve van nader onderzoek) worden overschreden. In enkele ontvangende wateren wordt voor Pb of Cd plaatselijk zelfs de C-norm (toetsingswaarde ten behoeve van saneringsonderzoek) overschreden, hetgeen op sterk verontreinigde situaties duidt.

5.4. Bacteriologische effecten

– Waterfase –

Bij het merendeel van de gevolgde overstortingen geeft het gehalte van thermotolerante *Escherichia coli* (indicatorbacterie voor pathogenen) een 'gradiënt' in de afstand tot de overstortpunten en in de tijd weer. Met name in sloten worden kort na een overstorting soms zeer hoge aantallen *E. coli* op zowel de A- als de B-punten aangetroffen (vele duizenden per ml; $\log n = 3$ à 3.5). In relatief grote ontvangende wateren zijn de maximale aantallen in de regel lager. In goed doorstroomde wateren wordt na een overstorting geen of slechts een geringe verhoging, met maximaal een factor 5 à 10, gemeten. Ten gevolge van transport van de vuilwaterpropen zijn op deze locaties de hoogste bacterieconcentraties ten tijde van de bemonstering waarschijnlijk (ver)

benedenstrooms van de B-punten te vinden. Na enige dagen (M-programma) zijn ten gevolge van afsterving, transport en (netto) bezinking de aantallen *E. coli* vaak aanzienlijk gedaald (met maximaal een factor 10^3). Het effect van de overstortingen is vaak nog duidelijk meetbaar.

De gehalten te Amsterdam-Holendrecht zijn bij alle metingen vrij laag; door dit gescheiden stelsel wordt naar verhouding weinig *E. coli* geloosd. Dit blijkt ook uit een bepaling van het *E. coli*-gehalte in het geloosde regenwater, namelijk circa 100 kiemen/ml.

Ter illustratie van het verschil in effect is het verloop van de *E. coli*-gehalten op de locaties Winssen en Holendrecht gegeven (afb. 2a en 2b).

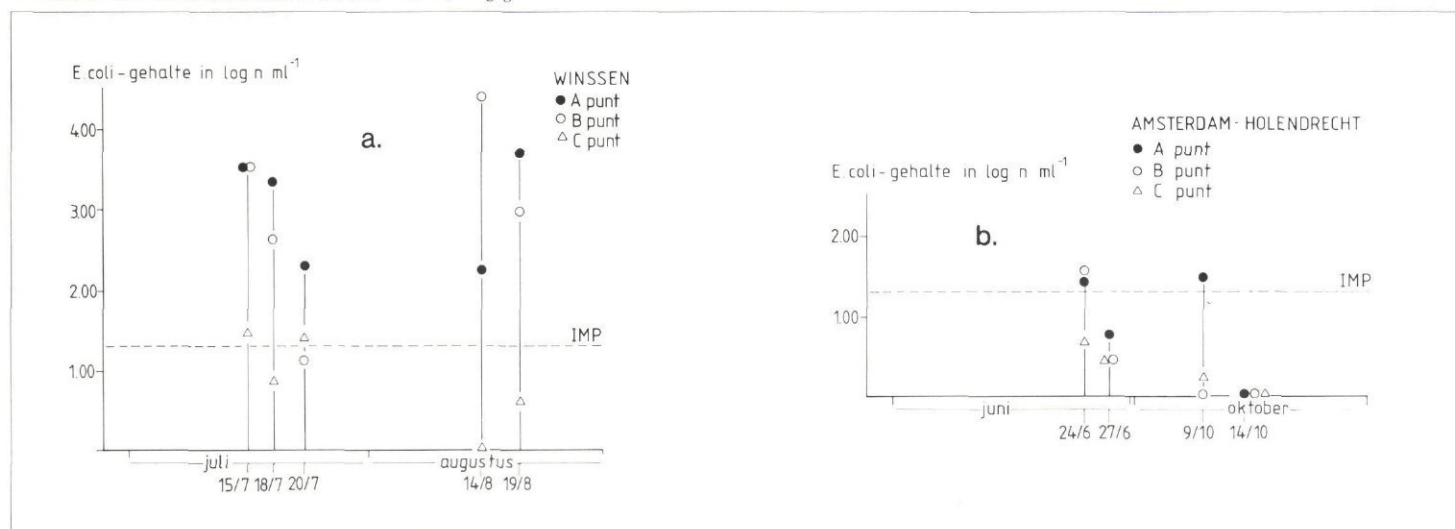
Vergelijking van de *E. coli*-gehalten met de IMP-basiskwaliteitsnorm voor faecale thermotolerante *E. coli* (mediaan: $n = 20 \text{ ml}^{-1}$; $\log n = 1.3$) [7] geeft aan dat direct na overstortingen deze norm op alle A-punten wordt overschreden, soms met een factor 100 of meer. Vrijwel altijd is dit op de B-punten ook het geval. Op de meeste referentiepunten is tijdens K-programma's een geringe verhoging van het *E. coli*-gehalte vastgesteld. Dit is waarschijnlijk het gevolg van oppervlakkige afvoer (uitwerpselen van honden, e.d.).

Na enige dagen zijn op de meeste A- en B-punten de *E. coli*-gehalten weliswaar sterk afgenomen, maar wordt de mediaanwaarde van de basiskwaliteitsnorm nog steeds overschreden.

– Sediment –

In de bovenste sedimentlaag worden de hoogste aantallen *E. coli* gevonden op de A- en/of B-punten als gevolg van recent opgetreden overstortingen. Op de meeste

Afb. 2 - Het verloop van de *Escherichia coli*-gehalten op de locatie Winssen (a. gemengd stelsel, klein stagnant ontvangend water) tijdens en na de overstortingen op 15-7 en 14-8 (zie tabel III), en Amsterdam-Holendrecht (b. gescheiden stelsel, groot stagnant ontvangend water) tijdens en na de regenwaterlozingen op 24-6 en 9-10. Tevens is de IMP-basiskwaliteitsnorm (mediaanwaarde) aangegeven.



plaatsen is sprake van een duidelijk verschil tussen A-punt (hogere gehalten) en B-punt (minder hoge gehalten). Op de referentiepunten zijn de concentraties in de regel veel lager.

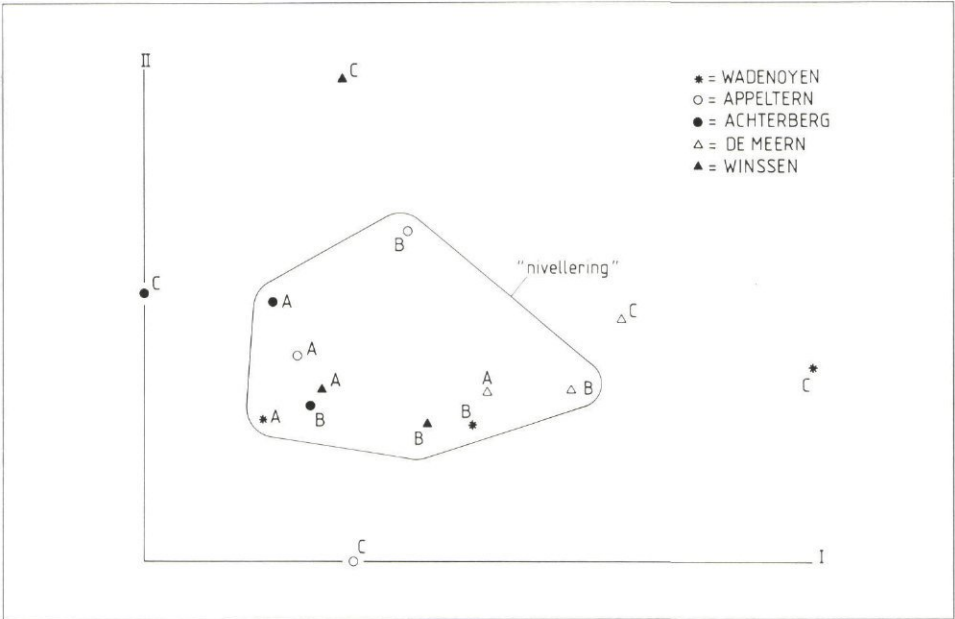
Karakteristiek zijn de gevonden gehalten in de vijver te Deventer. Op 19 augustus, enkele dagen na de (kleine) overstorting van 14 augustus, was nog sprake van vrij lage concentraties *E.coli* in het sediment (<1.000 kiemen per gram slib).

Op 10 september zijn de gehalten op het A- en in mindere mate op het B-punt echter sterk verhoogd (op A-punt tot maximaal 10.000 kiemen per gram); een rechtstreeks effect van de vrij grote overstorting van 4 september.

In het algemeen blijven de bacteriën in het sediment langer aanwezig dan in de waterfase. Bij bacteriologisch verontreinigd sediment bestaat derhalve de mogelijkheid dat ook gedurende een langere tijd na en overstorting het water bacteriologisch verontreinigd wordt (nalevering van pathogenen bij opwoeling e.d.).

5.5. Hydrobiologische effecten

In dit artikel worden de hydrobiologische onderzoekscomponenten weergegeven door een algemene indruk per organismengroep, waarbij de effecten in verschillende typen oppervlaktewater en de termijn waarop effecten zich manifesteren, speciale aandacht



Afb. 3 - DECORANA-ordinatiediagram op basis van sessiele diatomeeën voor een aantal kleine ontvangende wateren (met gemengde stelsels) in het proefjaar.

krijgen. Ter illustratie worden enkele DECORANA-ordinatiediagrammen gegeven. De gebruikte methode is specifiek ontwikkeld voor toepassing op ecologische gegevens [8]. De relatieve afstanden tussen de punten in een diagram geven een indruk van de mate van verschil (grote afstand) of overeenkomst (kleine afstand) tussen monsters op basis van hun soorten-samenstelling.

Microfyten

A. Fytoplankton

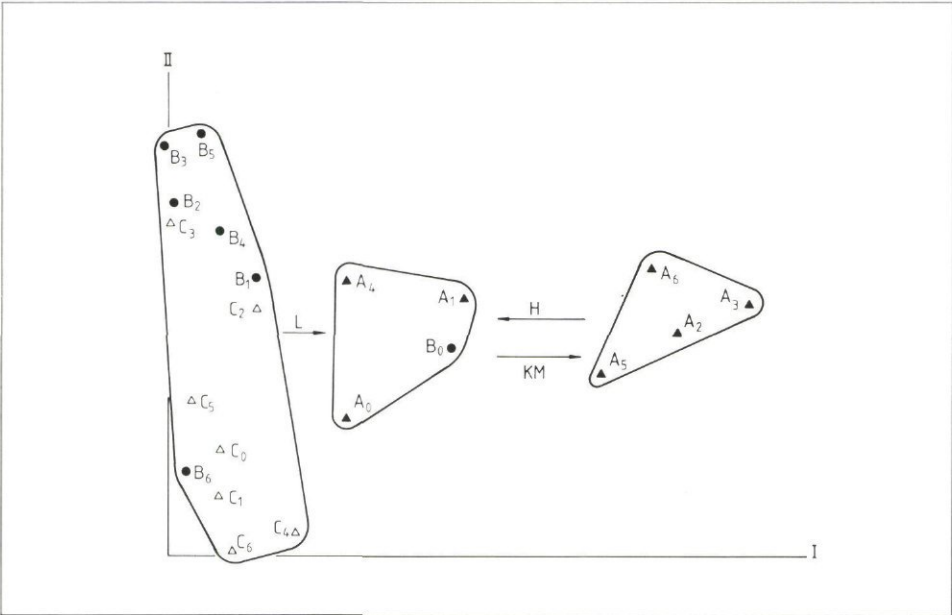
Onderzoek aan fytoplanktongemeenschappen lijkt, vooral in vrij grote stagnante en 'open' waterpartijen bruikbaar om effecten van overstortingen op relatief korte termijn, met name veranderingen en verschillen in trofie-niveau, te reflecteren. Bij regenwaterlozingen (gescheiden stelsels) op vrij grote wateren konden geen duidelijke effecten op de fytoplanktongemeenschappen worden vastgesteld.

Fytoplanktononderzoek in kleine stagnante of kleine en grote stromende wateren lijkt om een aantal redenen minder geschikt. Ten gevolge van bijvoorbeeld zeer beperkte lichtinval (bij kroosdek) of korte verblijftijd (bij stroming) komt het plankton weinig tot ontwikkeling. Dit resulteert in lage soorten-rijkdom en biomassa, waardoor uitspraken op basis van het fytoplankton minder zeker zijn. Daarnaast zijn kleine (stagnante) wateren uit bemonsteringstechnisch oogpunt moeilijk te onderzoeken.

B. Sessiele diatomeeën

Sessiele diatomeeën (eenmalig bemonsterd tijdens de zomerperiode) blijken op de meeste locaties de langere termijn-effecten van overstortingen weer te geven. Soms is de beïnvloeding op de A-punten groter dan op de B-punten (ruimtelijk effect). Op de A-punten komen naar verhouding de hoogste percentages diatomeeën voor die, ten aanzien van hun saprobie-indicatie [9], behoren tot de groep van meest tolerante taxa. De laagste percentages diatomeeën gelden de groep van meest gevoelige taxa. Bij de referenties was het beeld precies omgekeerd. De scores op de B-punten liggen

Afb. 4 - DECORANA-ordinatiediagram op basis van microfauna van het A-, B- en C-punt van de locatie Winsen (omlijningen mede op basis van clusteranalyse). De indexnummers duiden op de volgorde van bemonsteringen: 0: achtergrond d.d. 24-4, 1, 2 en 3: bemonsteringen naar aanleiding van overstorting d.d. 15-7, 4, 5 en 6: bemonsteringen naar aanleiding van overstorting d.d. 14-8. De horizontale ordinatie-as (I) indiceert een enigszins (permanent) verstoorte situatie op het A-punt in vergelijking met het B- en C-punt (pijl L, lange termijn-effect) en een tijdelijk verhoogde mate van verstoring op dit punt na de overstortingen (pijl KM: korte tot middellange termijn-effecten); na enige tijd treedt in deze situatie enig herstel op (pijl H).



veelal dichter bij de A- dan bij de C-punten. Het ordinatiediagram van de bemonsteringspunten in de kleinere ontvangende wateren en hun referenties (afb. 3) benadrukt het zojuist beschreven beeld. De niet beïnvloede C-punten liggen ver uit elkaar, hetgeen duidt op van nature verschillende uitgangssituaties. De A- en B-punten liggen op relatief korte afstand centraal in het diagram. Dit duidt op een 'nivellering', waarbij oorspronkelijke, natuurlijke verschillen minder belangrijk zijn en de verstoring in de ontvangende wateren als gemeenschappelijke factor grotendeels bepalend is geworden voor de samenstelling van de diatomeeëngemeenschappen. Ditzelfde beeld geldt, zij het minder

duidelijk, ook voor grotere ontvangende wateren.

Microfauna
Onderzoek aan microfaunagemeenschappen lijkt bij voorkeur in kleine of eventueel middelgrote stagnante wateren bruikbaar om effecten van overstortingen op middellange of langere termijn te reflecteren. De meest duidelijke effecten, veranderingen of verschillen in de saprobietoestand, zijn geconstateerd in kleine ondiepe sloten. Gezien de herhalingstijd van de meeste overstortingen is doorgaans sprake van een min of meer permanente verstoring en van verstoring-indicerende zooplankton-

gemeenschappen. Met name bij overstorten aan het kopeinde van dichtbegroeide, ondiepe sloten indiceert de microfauna na een overstorting een sterk verontreinigde situatie. De verklaring hiervoor is dat het water in de kop van de sloot voor het grootste deel overstortwater is en dat vanwege dichte begroeiing direct nabij de overstort het grootste deel van het rioolslib (en overig vuil) is gesedimenteerd (slibvang). Pas tijdens een langere periode tussen 2 overstortingen treedt enig herstel op, maar blijft sprake van een permanent verstoord milieu. Illustratief voor een situatie zoals zojuist beschreven, is het ordinatiediagram van de locatie Winssen (afb. 4; voor toelichting zie

TABEL V – Globaal overzicht van de relaties tussen stelselkenmerken, kenmerken van de oppervlaktewateren, geschatte vuiluitwerpen en effecten op ontvangende wateren (NWRW-thema 9, locaties proefjaar).

		Locaties											
Legenda		Holendrecht vijver	Bodegraven vijver	Loenen vijver	Wadenoyen sloot	Appeltern sloot	Winssen sloot	Wijchen plas	Achterberg slootbeek	De Meern sloot	Nieuwer ter Aa riviertje	Deventer vijver	Hall beek
Riolering													
stelseltype	a)	S	M	M	M	M	M	M/S*	M	M	M	M	M
overstortingsfrequentie	b)	h	m	m	m	m	m	h	l	m	m	h	m
ledigingstijd	c)	k	m	m	m	m	m	k	k	m	m	m	m
Vuiluitworp													
overstortvolume	d)/e)	m/m	m	k/m	g	m	k/m	m	m	k/m	k/m	k/g	k
BZV-concentratie	f)/g)	l/l	m	m/l	m	l	m/l	m	m	h/l	l/l	l/l	h
Oppervlaktewater													
grootte	h)	+	+	+	o	o	o	++	o	o	+	+	o
stroming	i)	o	+	+	o	o	+	o	++	+	+	o	++
doorspoeling	j)	o	+	o	o	o	o	o	o	+	+	o	o
Belevingsaspecten													
omvang	k)	•	••	••(•)	•••	•	•••	•	••(•)	•(••)	•(••)	••(•)	•
duur	l)	•	•(••)	•(•)	•••	•	•••	•	••(•)	•	•	•(•)	•
verspreiding	m)	•(•)	••	••	••	•	•(•)	•	•(•)	•(•)	•(•)	••	•
Aanwezigheid ziekteverwekkers													
omvang	k)	•	••	••	•••	•••	•••	•	•(•)	•••	•••	••	•
duur	l)	•	•(•)	•(•)	••(•)	••(•)	••(•)	•	•(•)	•(•)	•(•)	••	•(•)
verspreiding	m)	••	••(•)	••	•••	••(•)	••(•)	•	•(•)	•(•)	•(•)	••	•(•)
Effecten op aquatisch leven													
omvang	k)	•	••(•)	••(•)	•••	•••	•••	•	•	•	•	••(•)	•
duur	l)	•••	•••	••(•)	•••	•••	••(•)	–	–	•	•	••(•)	–
verspreiding	m)	•(•)	•	••	••(•)	••(•)	•(•)	–	•(•)	•(•)	•(•)	••(•)	–
Effecten op overige algemene waterkwaliteitsvariabelen													
omvang	k)	•	•••	•••	•••	••	•••	•	•	••(•)	••(•)	••(•)	•
duur	l)	•(••)	•(••)	•(••)	••(•)	•(••)	••(•)	•	•	•	•	••(•)	•
verspreiding	m)	••	••(•)	••(•)	••(•)	••(•)	•(•)	•	•	•(•)	•(•)	••	•(•)

Legenda:

Riolering:

a) Stelseltype: M = gemengd; S = gescheiden.

b) Overstortingsfrequentie (per jaar): l = laag (≤ 4); m = middelhoog (5 - 10); h = hoog (> 10).

c) Ledigingstijd (uren): k = kort (≤ 5); m = middellang (6 - 15); l = lang (> 15).

Vuiluitworp:

d)/e) Overstortvolumina (mm) 1^e resp. 2^e gevolgde gebeurtenis: k = klein (≤ 5); m = middelgroot (5 - 15); g = groot (> 15).

f)/g) BZV-concentratie (mg · l⁻¹) 1^e resp. 2^e gevolgde gebeurtenis: l = laag (≤ 50); m = middelhoog (50 - 150); h = hoog (> 150).

Oppervlaktewater:

h) Grootte oppervlaktewater: o = klein; + = middelgroot; ++ = groot (arbitraire schaal).

i) Stroming: o = geen; + = weinig; ++ = veel (arbitraire schaal).

j) Doorspoeling: o = geen; + = wel.

Effecten:

k)/l)/m) Karakterisering van de omvang (grootte, ernst) / duur / (ruimtelijke) verspreiding van diverse effecten op ontvangende wateren:

- effect: weinig of geen / van korte duur (dagen) / alleen op het A-punt.
- effect: middelmatig / van middellange duur (weken) / ook effecten (maar minder) op het B-punt.
- effect: groot / van lange duur – permanent (maanden) / vergelijkbaar effect op het A- en B-punt.
- : niet bepaald.

n.b.: •(•) betekent (bijvoorbeeld met betrekking tot het aspect 'duur'): zowel effecten van korte duur zijn waargenomen alsook effecten van middellange duur; ••(•) betekent: zowel effecten van korte duur als effecten van lange duur zijn waargenomen en •(••) betekent: zowel effecten van middellange duur als effecten van lange duur zijn waargenomen.

* Toelichting zie tabel II.

legenda). Bij regenwaterlozingen (gescheiden stelsels) en in stromende wateren zijn slechts geringe of geen duidelijke effecten van de overstortingen op de microfaunalevensgemeenschappen geconstateerd.

Macrofauna

Macrofaunalevensgemeenschappen kunnen in bepaalde situaties een goede indruk geven van het optreden van effecten van overstortingen op het aquatisch milieu. Bij overstorting op kleine of middelgrote (stagnante) wateren treedt vaak een duidelijk effect op (Wadenoyen, Winssen e.a.). De mate en duur van de verstoringen zijn ondermeer afhankelijk van watertype, (door)stroming, kwaliteit, kwantiteit en frequentie van de overstortingen, etc. Bij vuilemissies op relatief grote en/of goed doorstroomde wateren konden geen duidelijke effecten van overstortingen of regenwaterlozingen worden vastgesteld, uitgezonderd op plaatsen met een zeer frequente belasting vanuit het rioolstelsel (hoge overstortingsfrequentie), zoals bijvoorbeeld in Loenen en in Deventer.

6. Relaties riolering – oppervlaktewaterkwaliteitseffecten

Om de onderzoeksresultaten overdraagbaar te maken, dit wil zeggen toepasbaar bij het ontwerpen en aanpassen van rioolstelsels (en oppervlaktewateren) in andere dan de onderzochte situaties, is getracht de resultaten te verwerken in de vorm van eenvoudige relaties tussen stelselkenmerken, kenmerken van het oppervlaktewater, geschatte vuiluitwerpen en de effecten. In tabel V is voor de 12 onderzoekslocaties een karakterisering gegeven van deze relaties. Het aantal onderzoekslocaties uit het proefjaar en het aantal overstortingen zijn te gering om uit de resultaten al algemeen geldende relaties tussen riolering en effecten te kunnen afleiden.

Wel blijkt dat de effecten van overstortingen langduriger, ernstiger en over grotere afstanden verspreid zijn, naarmate het ontvangend water kleiner is, er minder doorstroming of doorspoelmogelijkheden zijn en de vuiluitwerp en overstortingsfrequentie hoger zijn.

Opgemerkt zij nog dat op nagenoeg alle locaties het opgetreden aantal overstortingen in de onderzoeksperiode lager was dan het (theoretisch) gemiddelde. De onderzoeksperiode was weliswaar vrij nat, maar de neerslag was over het algemeen redelijk in de tijd verdeeld en van vrij lage intensiteit.

7. Vervolgonderzoek

Op basis van de in het proefjaar opgedane ervaringen ten aanzien van organisatie, bemonsteringsfrequentie, waterkwaliteitseffecten etc. is voor het vervolgonderzoek

thema 9 (tweede fase) een afweging gemaakt tussen de verschillende mogelijke combinaties van omvang (aantal locaties) en diepgang (meet- en bemonsteringsprogramma en analysepakket) van het onderzoek. In de tweede fase wordt meer aandacht geschonken aan bijzondere situaties (zeer hoge of lage overstortingsfrequentie), verbeterd gemengde en (verbeterd) gescheiden stelsels, industriegebieden en stadswateren.

Het onderzoek is uitgebreid met een kleine aanvulling op sociaal-wetenschappelijk gebied, n.l. een inventarisatie door middel van een bewonersenquête van belevingsaspecten van omwonenden met betrekking tot de nabijheid van een overstort en daarmee mogelijk gepaard gaande hinder. In het laatste onderzoeksjaar 1987 zal bovendien op 6 verschillende locaties uitgebreid aanvullend onderzoek naar organische en anorganische microverontreinigingen plaatsvinden, zowel in de waterfase als in het sediment.

Het hier gerapporteerde onderzoek wordt gefinancierd door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM).

De NWRW-begeleidingscommissie (thema 9) bestaat uit de volgende leden: ir. M. A. de Ruiter (PWS Utrecht), voorzitter; ir. G. Martijnse (Ministerie VROM); dhr. J. H. Reijnen (DWP Nijmegen); mw. drs. Y. Scheffer (ZS Amstel- en Gooiland); dr. ir. H. H. Tolkamp (WZ Limburg) en ir. E. J. B. Uunk (DBW RIZA, Lelystad).

Het dagelijks onderzoek wordt begeleid door ing. A. G. van den Herik (Grontmij n.v.); prof. dr. L. Lijklema, drs. J. G. M. Cuppen en dr. R. M. M. Roijackers (allen LUW). De auteurs bedanken J. H. Ebbeng en J. C. M. van Haren voor hun bijdrage aan het onderzoek.

Literatuur

1. Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (1983). *Onderzoeksplan VROM/STORA*.
2. Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (1984). *Overstortingsituaties in Nederland, rapport 1.1*. Staatsuitgeverij, Den Haag.
3. Schyns, P. M. M. L. (1986). *Overstortingsfrequentietellers bij het Zuiveringsschap Veluwe*. De Klaarsteester (21) nr. 4: 15-20.
4. Herik, A. G. van den, Lageveen, R. en Worst, W. J. P. (1980). *Vuillozingen op oppervlaktewater*. H₂O (13) 1980, nr. 22: 530-535.
5. Walraven, J. H. A. van, Bakker, K. en Wensveen, L. D. M. (1985). *De eerste resultaten van het STORA-onderzoek naar de vuilemissie van rioolstelsels*. H₂O (18) 1985, nr. 7: 145-151.
6. Ministerie VROM (1983). *Interimwet Bodemsanering*. Staatsuitgeverij, Den Haag.
7. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1986). *Indicatief Meerjaren Programma Water 1985-1989*. Staatsuitgeverij, Den Haag.
8. Gauch, H. G. (1982). *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press.
9. Lange-Bertalot, H. (1979). *Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation*. Nova Hedwigia, Beiheft 64: 285-304.

Regionale verschillen in neerslag

- Slot van pagina 489

met de huidige gegevens van zelfregistrerende regenmeters een goed beeld te krijgen van mogelijke plaatselijke verschillen omdat voldoende lange reeksen op de klimatologisch meest extreme plaatsen niet voorhanden zijn. Om enig inzicht te krijgen in de grootte van plaatselijke verschillen is het nodig de dag-aftappingen van de regenstations te gebruiken. Met behulp van regressie-analyse kan uit dagsommen van de neerslag een schatting gemaakt worden van de gemiddelde jaarlijkse overstortingsfrequenties. Voor een riolering met een berging van 7 mm en een pompovercapaciteit van 0,7 mm/h, week de zo geschatte gemiddelde overstortingsfrequentie in de meest extreme plaatsen in Nederland 20 tot 34% af van die voor De Bilt. Ook voor stelsels met een andere berging en pompovercapaciteit blijft dit resultaat redelijk geldig, mits de gemiddelde jaarlijkse overstortingsfrequentie 10 of minder bedraagt.

Met de resultaten van dit onderzoek kunnen de berekende overstortingsfrequenties uit de neerslagcijfers van De Bilt in principe gecorrigeerd worden voor klimatologische verschillen. Of dit zinvol is hangt onder andere af van de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van rioleringsmodellen. Hiernaar is nader onderzoek verricht binnen Thema 4 van het NWRW-programma. Een evaluatie van de resultaten moet nog plaatsvinden.

Literatuur

- Buishand, T. A. (1986). *Regionale verschillen in neerslaggebeurtenissen*. NWRW Rapp. 4.1. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 's-Gravenhage.
- Buishand, T. A. and Schuurmans, C. J. E. (1985). *Quantitative aspects of precipitation in the Netherlands*. Versl. en Meded. 33, Comm. Hydrol. Onderz. TNO, pp. 5-23.
- Commissie Riolering en Waterverontreiniging (1972). *Rapport van de Commissie Riolering en Waterverontreiniging van de Afdeling voor Gezondheidstechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs*. Deel I, H₂O (5), nr. 10, 199-214. Deel II, H₂O (5), nr. 12, 241-260.
- DHV (1986). *Rioleringsmodellen theorie en praktijk*. NWRW Rapp. 4.2. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 's-Gravenhage.
- KNMI (1984). *Klimatologische gegevens van Nederlandse stations No. 11. Frequentie tabellen en reeksen van dagen volgens bepaalde criteria*. KNMI Publ. 150-11, 102 pp.
- Witter, J. V. (1984). *Heterogeneity of Dutch rainfall*. Dissertatie Landbouwhogeschool Wageningen, 204 pp.

• • •